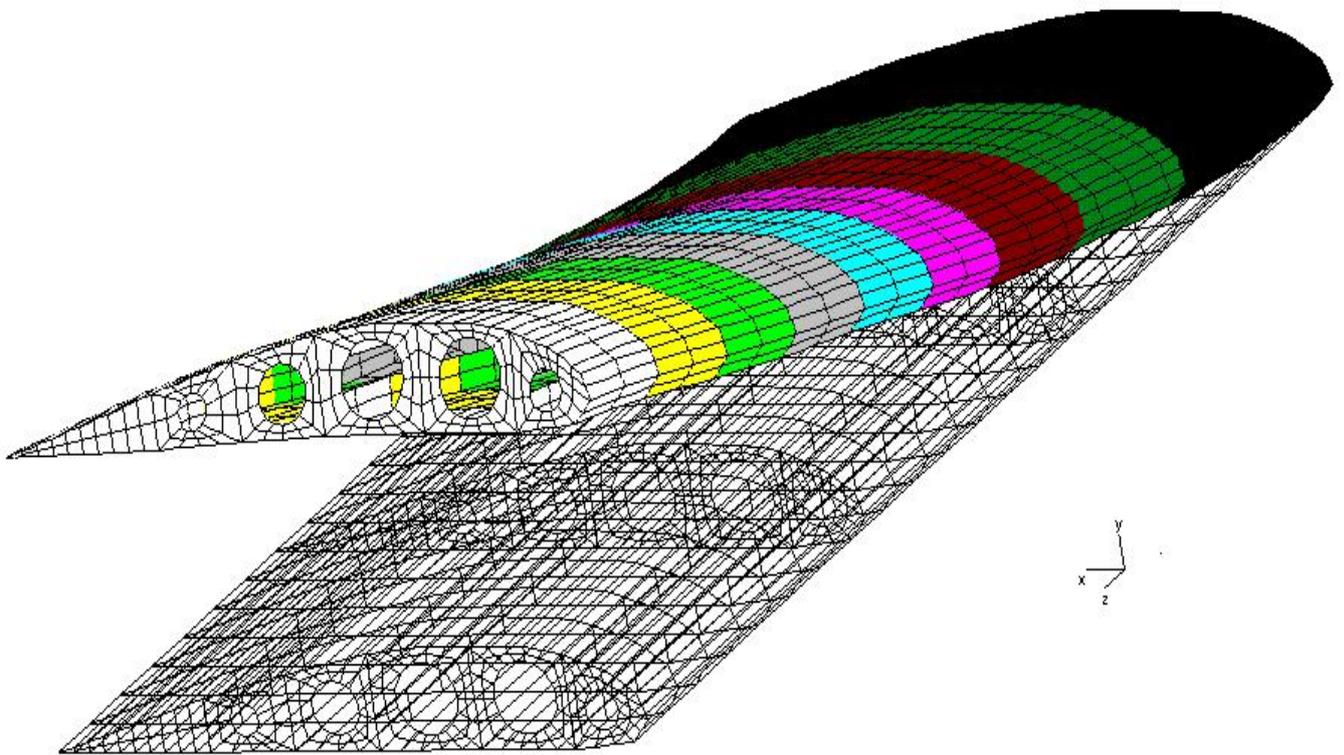


***Finite Elemente System***  
***MEANS V12 für Windows10***  
**HANDBUCH**



**© 2021 Ingenieurbüro HTA-Software**  
**Maiwaldstraße 24**  
**77866 Rheinau-Freistett**

**Email: [info@femcad.de](mailto:info@femcad.de)**  
**<https://www.femcad.de>**  
**<https://www.fem-infos.com>**

# Kapitel 1: MEANS V12 Ribbon-Benutzeroberfläche

## Installation für Windows 10

Bevor Sie **MEANS V12** installieren, stellen Sie sicher, daß folgende Voraussetzungen erfüllt werden:

- ⇒ Windows 10 ist mit einer DirectX11-fähigen Grafikkarte vorinstalliert
- ⇒ Ihr Computer verfügt über mindestens 8 GB Arbeitsspeicher und mehr
- ⇒ Auf Ihrer Festplatte sind noch ca. 800 GB frei

Führen Sie nun folgende Schritte für die Installation von **MEANS V12** durch:

1. Starten Sie Windows durch Eingabe von WIN
2. Legen Sie die MEANS-CD in Ihr CD-Rom-Laufwerk ein.
3. Wählen Sie im Windows-Desktop START und AUSFÜHREN.
4. Starten Sie das Programm SETUP.EXE im MEANS-Ordner

## Lizenzvereinbarung

Bevor MEANS V12 installiert werden kann, müssen die Lizenzvereinbarungen von HTA-Software akzeptiert werden. Sind Sie nicht damit einverstanden, dann dürfen Sie MEANS nicht als Vollversion sondern nur als Demo-Version auf Ihrem Rechner installieren.



## Installation in verschiedene Verzeichnisse

Wird die Installation normal gestartet, wird MEANS V12 in das aktuelle Verzeichnis

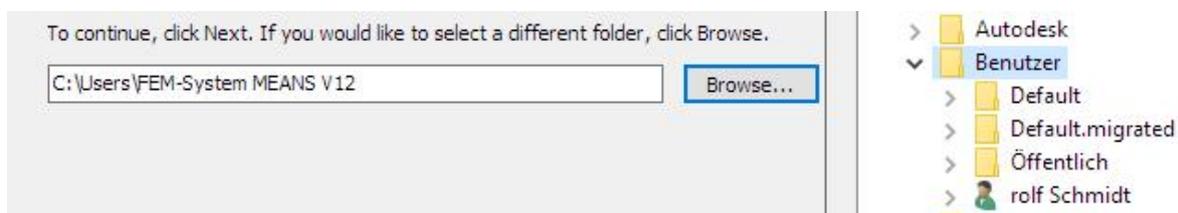
### C:\Programme\FEM-System MEANS V12

installiert. Dort muß MEANSV 12 aber immer mit „Administrator Rechten“ gestartet werden.

Falls aber dieses Verzeichnis schreibgeschützt ist, kann es aber auch in das nichtschreibgeschützte User-Verzeichnis mit Hilfe von „Browse...“ installiert werden:

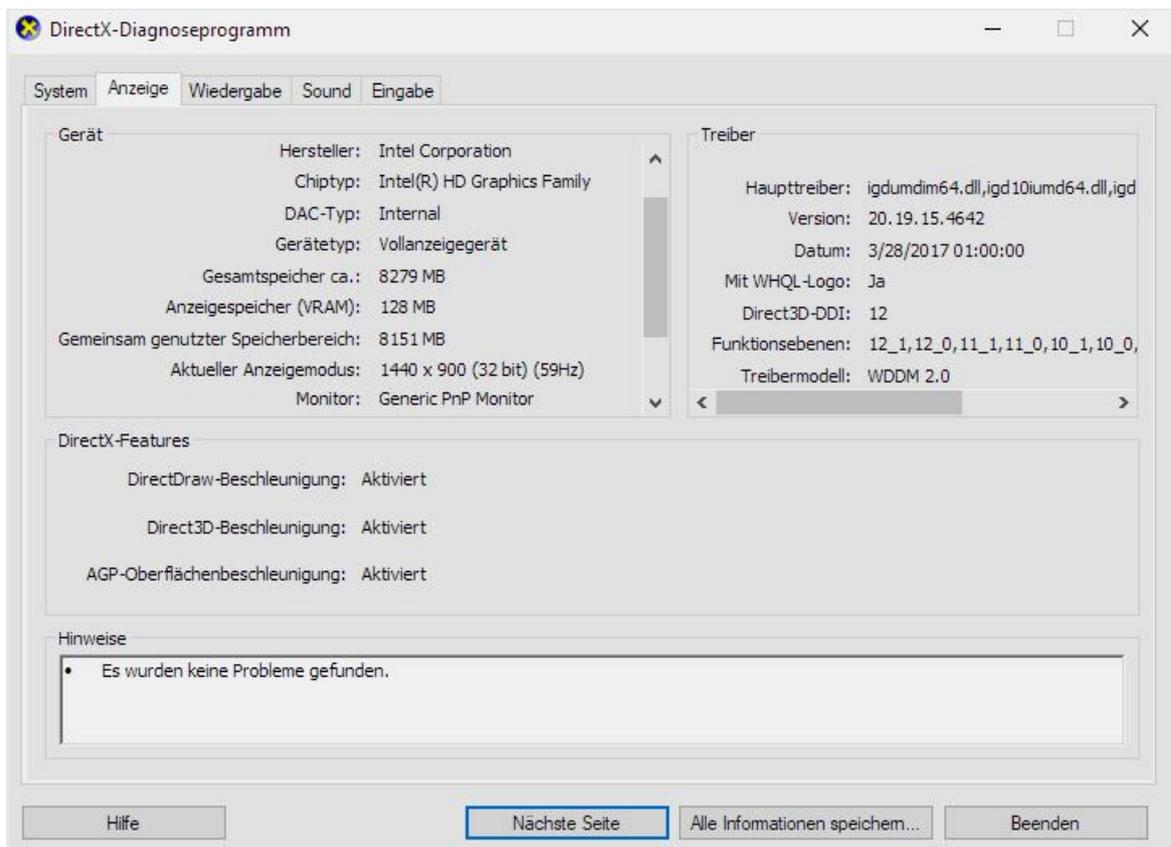
### C:\Users\FEM-System MEANS V12

Allerdings muß auch das systemrelevante DirectX11 in das schreibgeschützte Programme-Verzeichnis installiert werden.



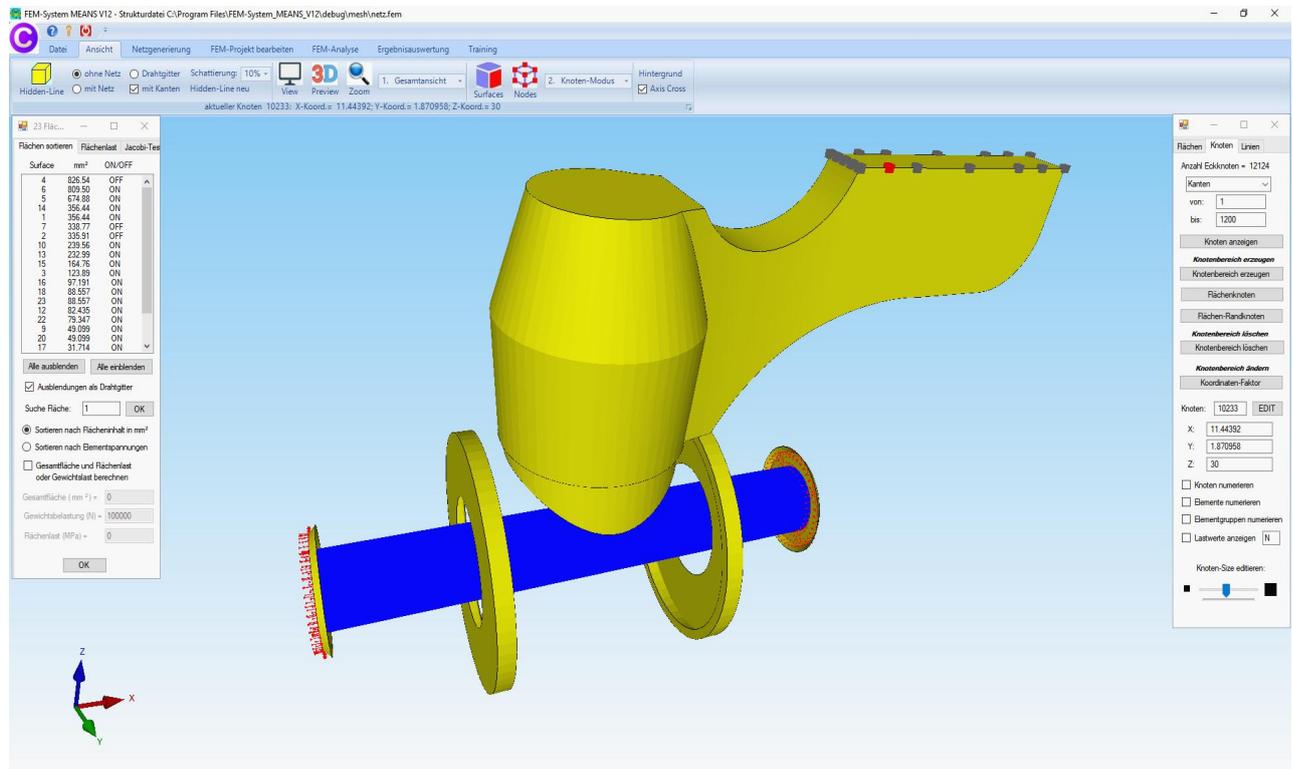
## DirectX11 Installation überprüfen

Geben Sie in Ausführen den Befehl „DXDIAG“ ein um das DirectX11 zu überprüfen. Voraussetzung für DirectX11 ist, daß der aktuelle DirectX11-fähige Grafikkarten-Treiber installiert ist.



## Ribbon-Benutzeroberfläche von MEANS V12

Die neue Ribbon-Oberfläche von MEANS V12 besteht aus einem Menüband bzw. Multifunktionsleiste das die Elemente Menüsteuerung, Symbolleisten und Dialoge miteinander verbindet. Statt über einen Menüpunkt rufen Sie nun über eine Registerkarte, zum Beispiel „Datei“, jeweils die komplette zugehörige **Ribbon**-Multifunktionsleiste auf. Damit ist die neue MEANS V12 Benutzeroberfläche wesentlich übersichtlicher gestaltet und schneller zu bedienen als die vorigen MEANS-Benutzeroberflächen.

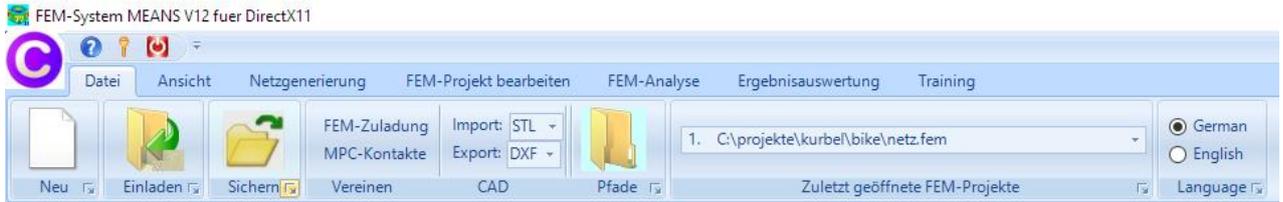


Oben ist das FEM-Modell des Kugelventils im Hidden-Line mit Beleuchtung mit den ausgeblendeten Flächen, der Flächenbelastung und der Randbedingungen sowie im Knoten-Modus mit den Knotenpunkten der Fläche 23 in verschiedenen Farben dargestellt.

**MEANS V12 besitzt folgende 7 Registerkarten:**

- Datei
- Ansicht
- Netzgenerierung
- FEM-Projekt bearbeiten
- FEM-Analyse
- Ergebnisauswertung
- Training

### Datei



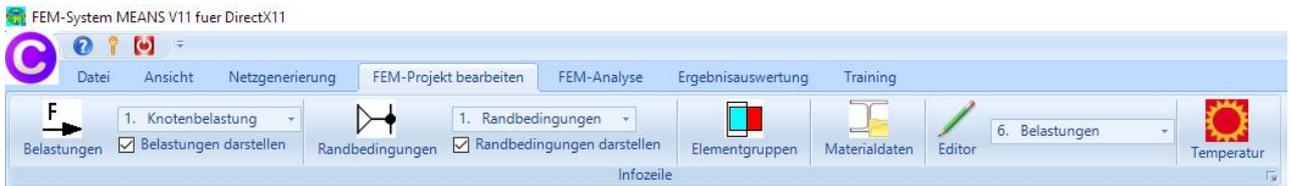
### Ansicht



### Netzgenerierung



### FEM-Projekt bearbeiten



### FEM-Analyse



### Ergebnisauswertung



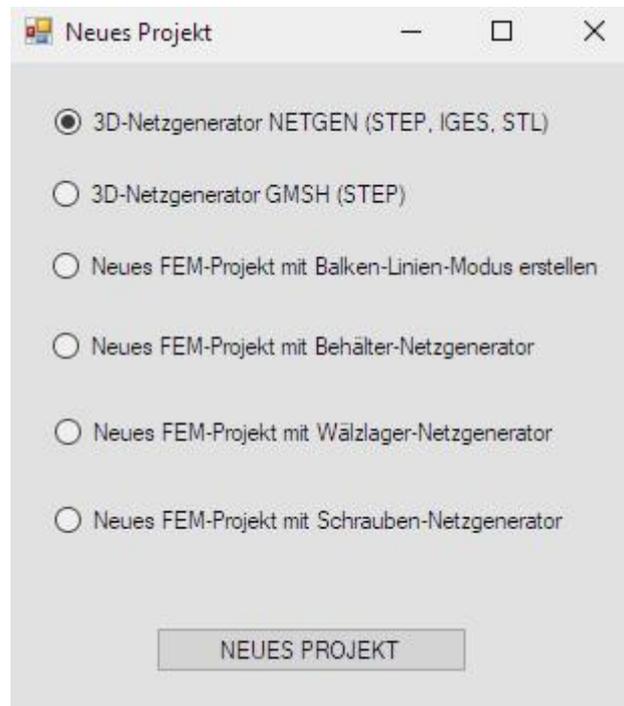
### Training



## 3D-Netzgenerierung mit MEANS V12

Erzeugen Sie das FEM-Netz mit dem 3D-Netzgenerator von MEANS V12 der mit seinen zahlreichen Mesh-Optionen sehr leistungsfähig ist.

Wählen Sie Register „Datei“ und „Neu“ um ein neues FEM-Projekt zu erstellen.



Wählen Sie das Menü „3D-Netzgenerierung NETGEN (STEP, IGES, STL)“, es erscheint eine Dialogbox, hier werden wieder folgende CAD-Formate angezeigt:

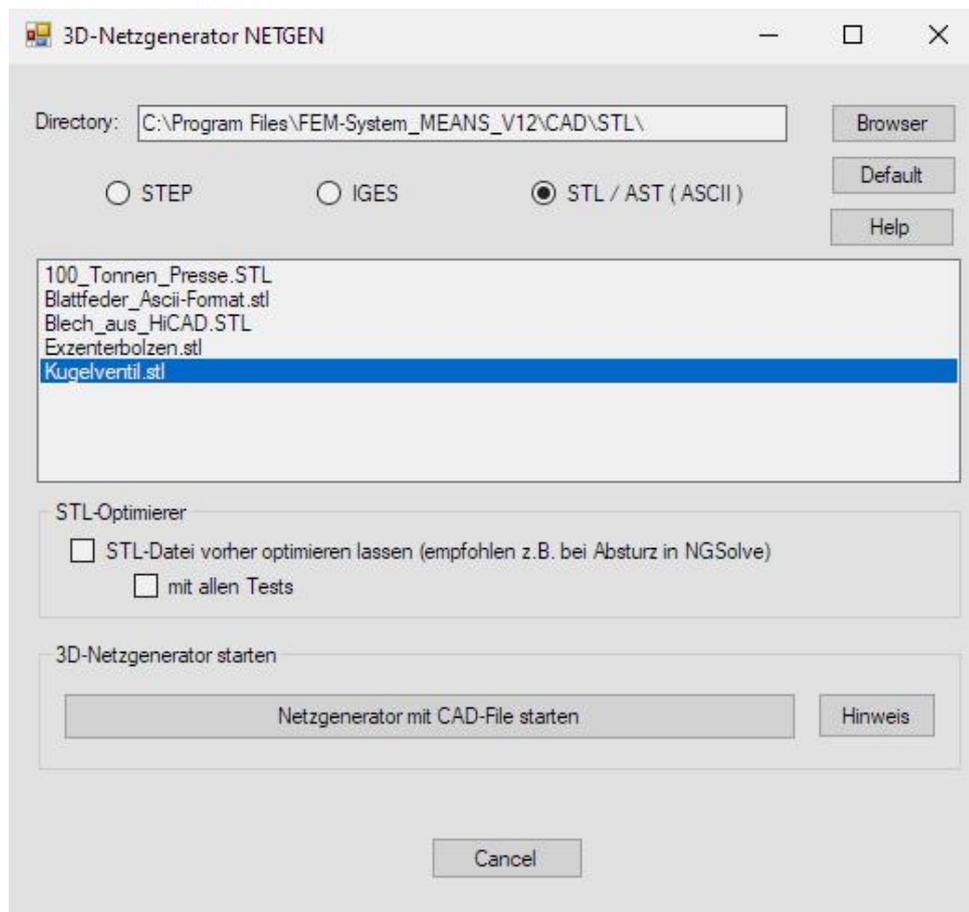
**STL** besteht aus einer Dreiecks-Außenhülle für die 3D-Netzgenerierung

**STEP** besteht aus Solid-Elementen und ist das heutige Standard-3D-Format  
Es können jedoch nur einzelne Parts aber keine Baugruppen vernetzt werden.

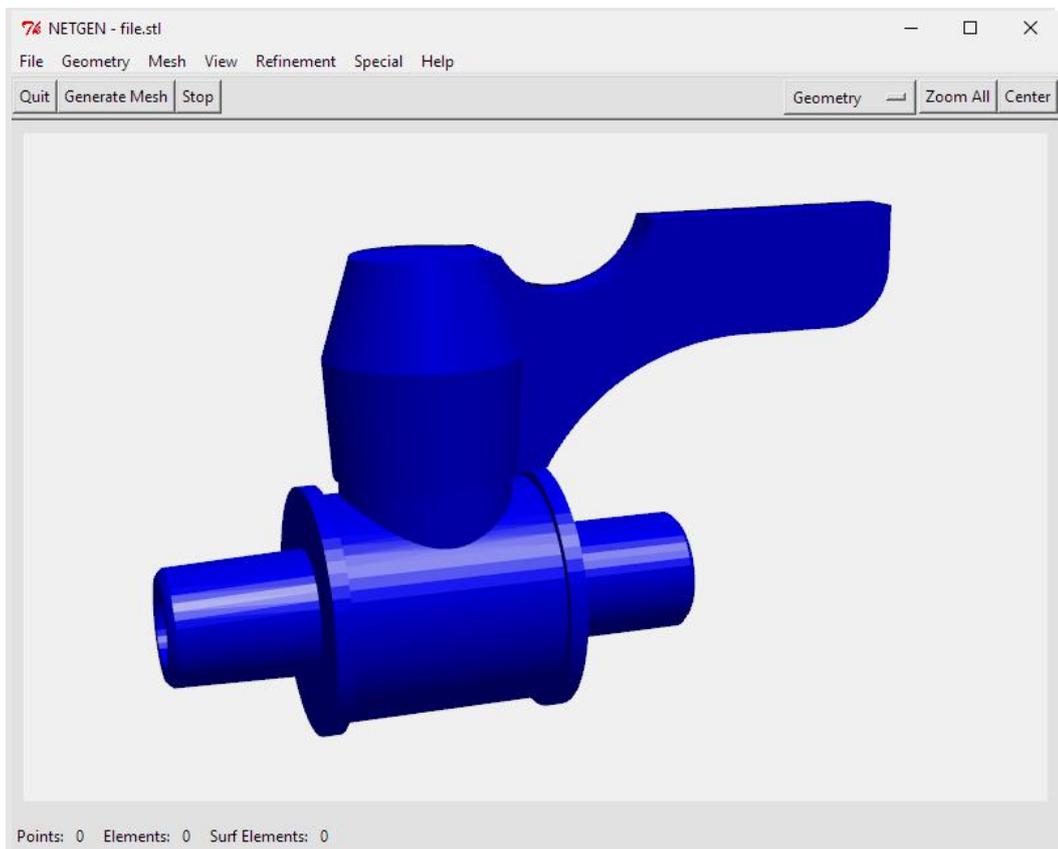
**IGES** wie STEP ein herstellerunabhängiges Format aus den 80er- und 90er Jahren

Selektieren Sie mit „Browser“ die STL-Datei „Kugelventil.stl“ und klicken auf den Button „Netzgenerator mit CAD-File starten“ um es im Netzgenerator darzustellen.

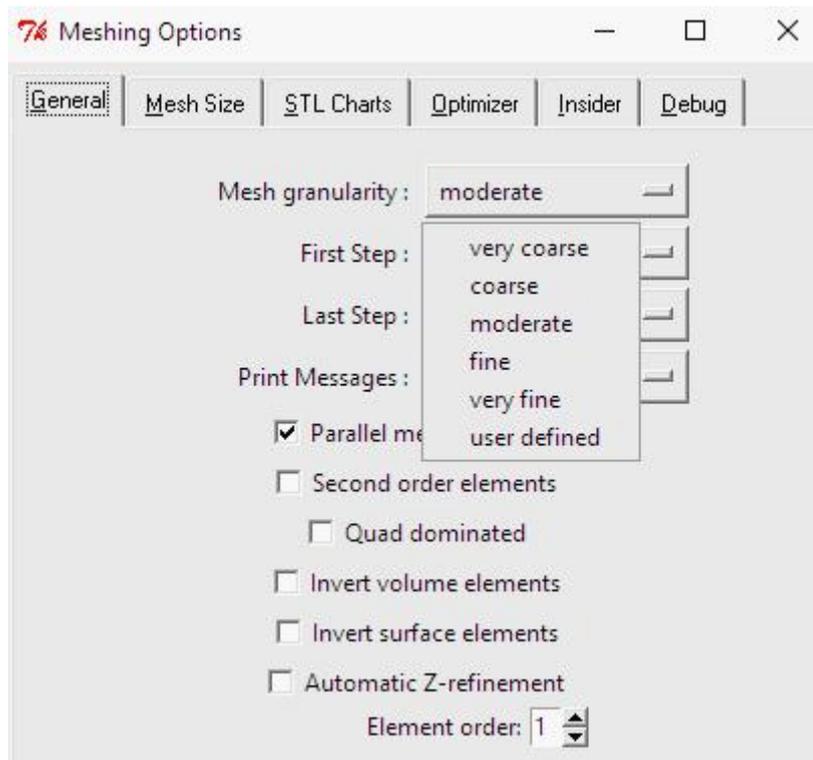
Das CAD-Modell ist jetzt im Netzgenerator zu sehen und kann beliebig gedreht und gezoomt werden.



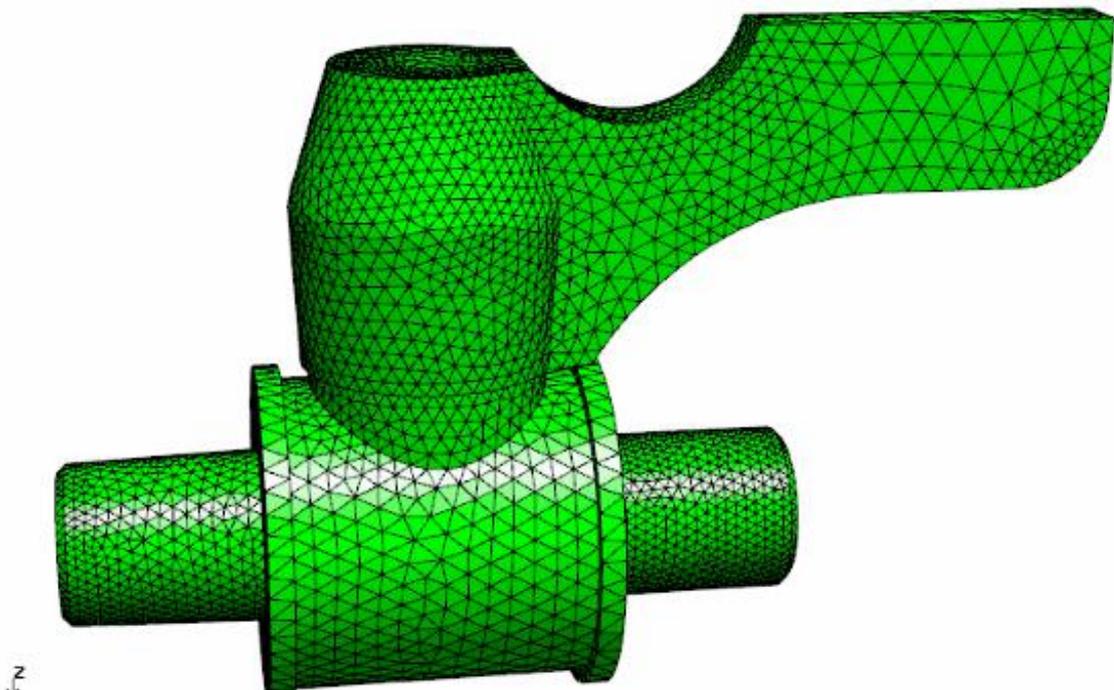
Das CAD-Modell wird nun in einem neuen Window-Fenster dargestellt und kann gedreht und gezoomt werden.



Wählen Sie das Menü „Mesh“ und „Meshing Options“ und generieren mit der Netzdichte „very fine“ und dem Hauptmenü „Generate Mesh“ ein FEM-Netz aus Tetraederelementen.

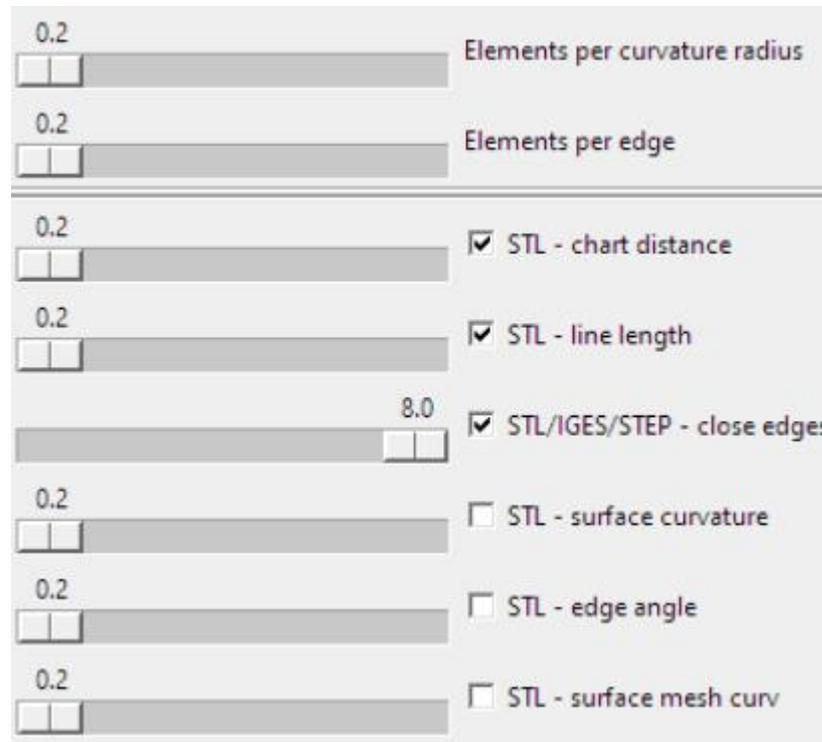


Das generierte FEM-Netz besteht jetzt aus 18 106 Knotenpunkten und 83 911 Elementen.

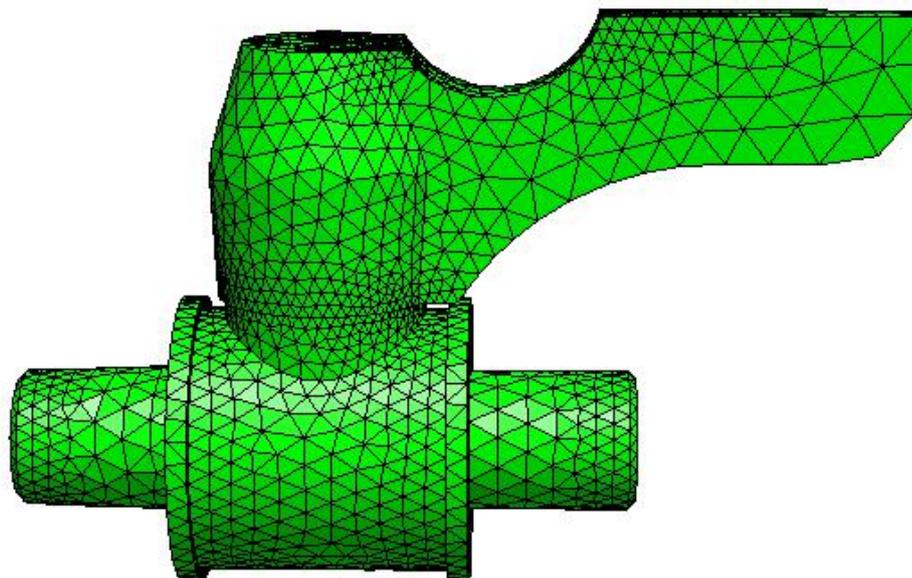


## Coarsing

Mit der Option Mesh-Size „STL/IGES/STEP - close edges“ und folgender Einstellung können gröbere bzw. „coarse“ Tetraeder-Netze generiert werden um z.B. die zulässige MEANS-LITE-Elementgrenze einhalten zu können oder ist oftmals bei komplexen oder dünnen Strukturen die einzigste Einstellung um ein praktikables FEM-Netz zu erhalten.

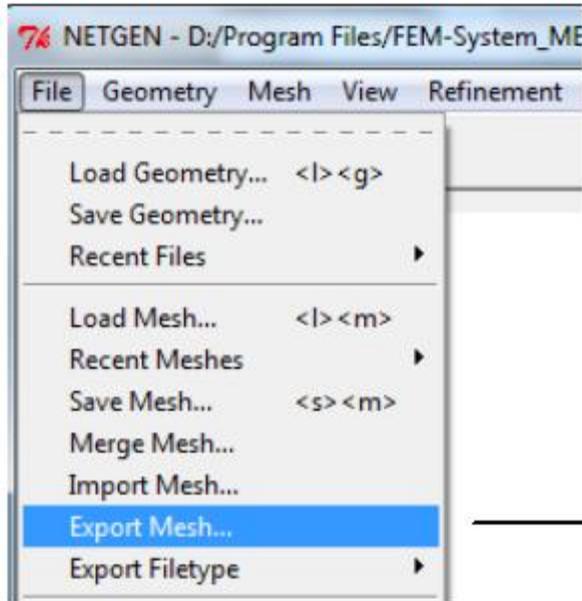


Das generierte FEM-Netz besteht jetzt mit obiger Einstellung nur noch aus 6 610 Knotenpunkten und 29 249 Elementen.



## Exportieren

Nach der Netzgenerierung muß das FEM-Netz mit Namen „test.fem“ nach MEANS V12 exportiert werden. Wählen Sie das Menü „File“ und „Export Mesh“ und speichern das Netz „test.fem“ in den vorgegeben Debug-Mesh-Pfad. Jetzt öffnet sich MEANS V12 automatisch mit dem FEM-Modell.

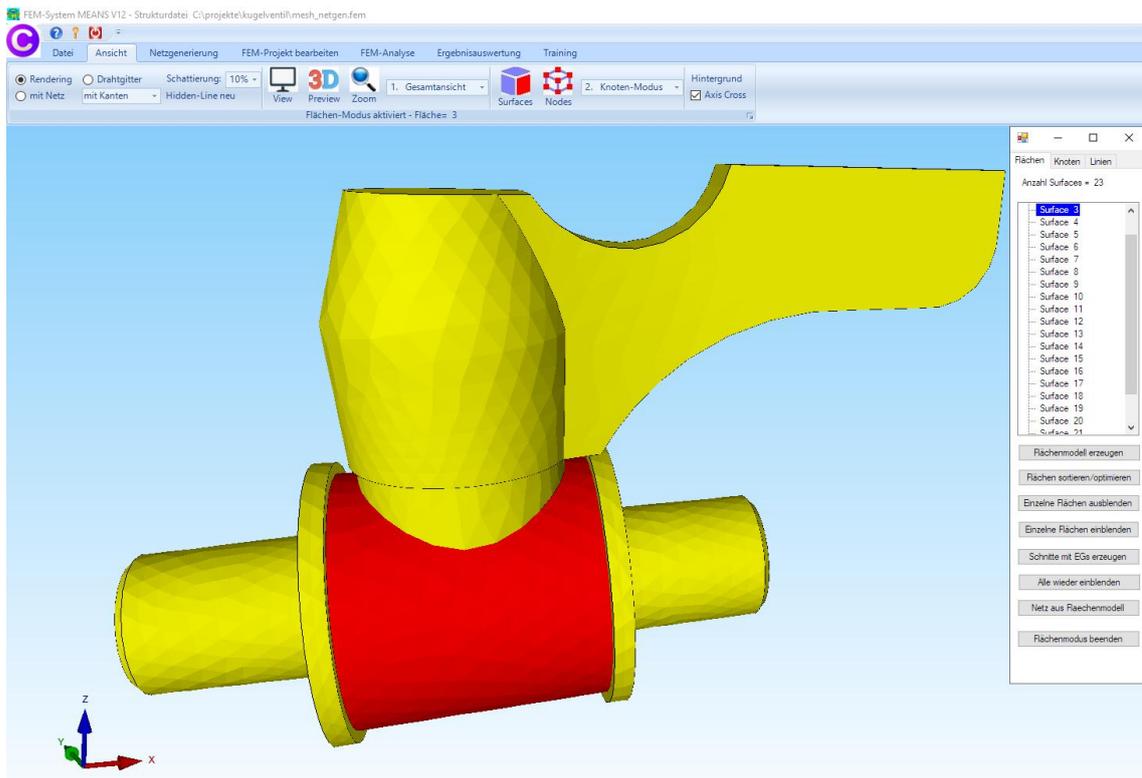


hier mit Namen **test.fem**  
das generierte Netz in das  
Debug/Mesh-Verzeichnis  
abspeichern

## Flächenmodell erzeugen



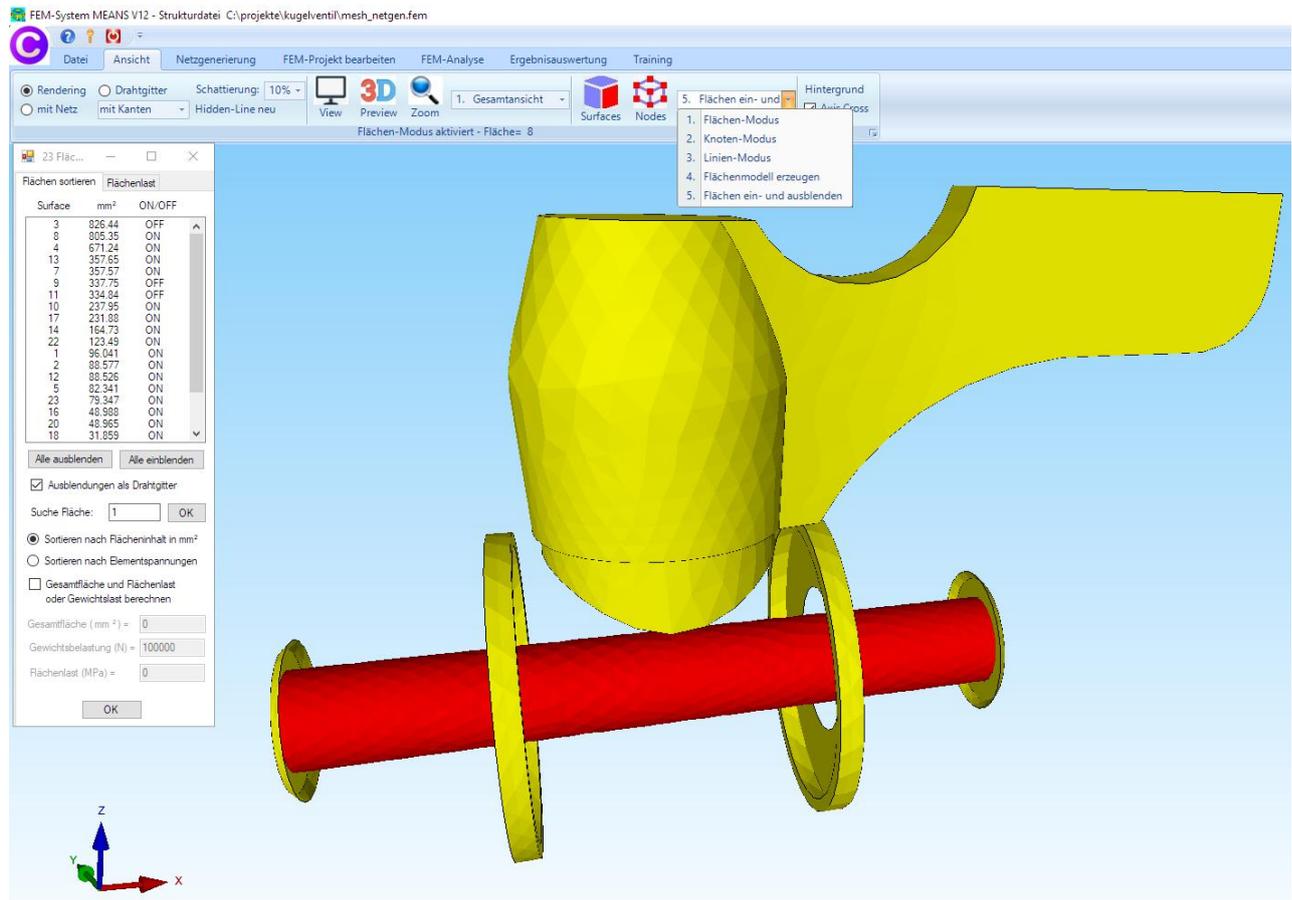
Wählen Sie Register „Ansicht“ und Icon  um das Flächenmodell zu erzeugen womit Flächen oder „Surfaces“ für Lasten oder Randbedingungen selektiert werden können.



## Lastfall 1 mit einer Druckbelastung erzeugen

### Flächen ausblenden

Für die Druckbelastung am Innenrohr müssen zuerst die äußeren Flächen 3, 9 und 11 ausgeblendet um das Innenrohr freizulegen. Wählen Sie die Registerkarte „Ansicht“ und das Dropdown-Menü „5. Flächen ein- und ausblenden“ um diese Flächen mit einem Klick auf die Spalte „ON/OFF“ auszublenden.

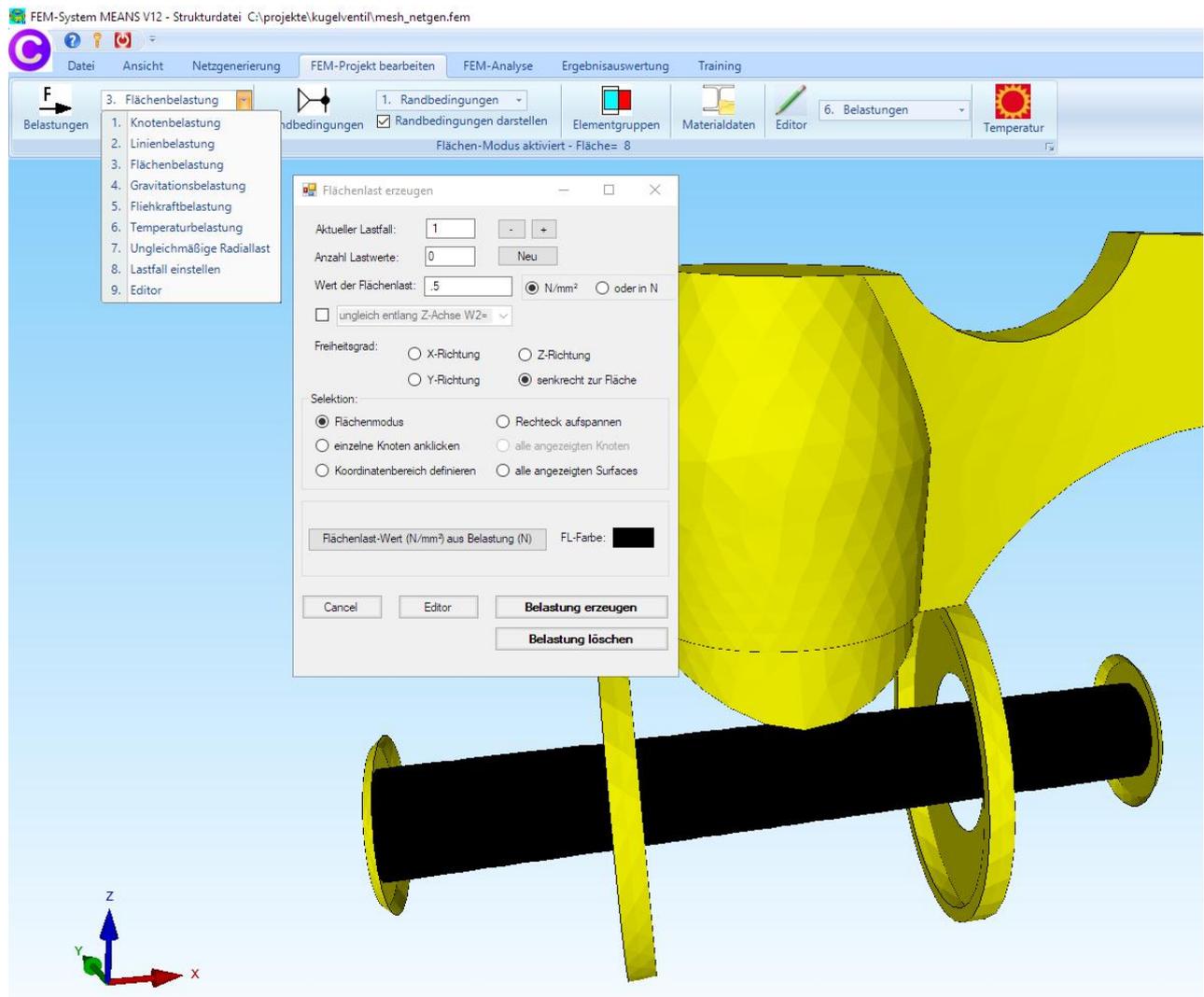


### Flächenlast erzeugen

Wählen Sie die Registerkarte „FEM-Projekt bearbeiten“ sowie das Dropdownmenü „3. Flächenbelastung“ um Lastfall 1 mit einer Druckbelastung von 5 bar einzugeben.

In der nächsten Dialogbox geben Sie Lastfall 1 mit dem Wert 0.5 N/mm<sup>2</sup> (= 5 bar) ein sowie mit dem Freiheitsgrad „senkrecht zur Fläche“ und mit der Selektion „Flächenmodus“ und klicken auf den Button „Belastung erzeugen“.

Klicken Sie mit einem Doppelklick auf die Fläche 8. Diese wird in der Selektbox angezeigt und muß dort mit „Erzeugen“ erzeugt werden.



## Verschiedene Lasttypen in MEANS V12

Neben der Flächenbelastung können noch 5 weitere Lasttypen berechnet werden:

Lasttyp 1: Knotenpunktbelastungen für alle Elementtypen, Werteingabe z.B. 10 000 N

Lasttyp 2: Linienbelastungen für alle Elementtypen, Werteingabe z.B. 10 N/mm

Lasttyp 3: Flächen- oder Druckbelastung für Platten, Schalen und Volumenelementen  
als Option 1 mit Werteingabe in N/mm<sup>2</sup>, z.B. 1 bar = 0.1 N/mm<sup>2</sup> oder  
als Option 2 mit Wertangabe in N, z.B. 100 Tonnen = 1 000 000 N.

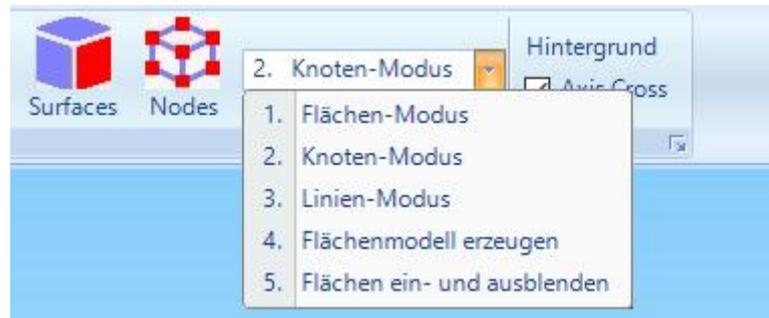
Lasttyp 4: Temperaturbelastung für alle Elementtypen  
Werteingabe Knoten-Temperatur in Grad Celsius und  
Wärmedurchgangskoeffizienten in Materialdaten

Lasttyp 5: Fliehkraftbelastung für alle Elementtypen  
Werteingabe in U/min sowie Dichte in Materialdaten

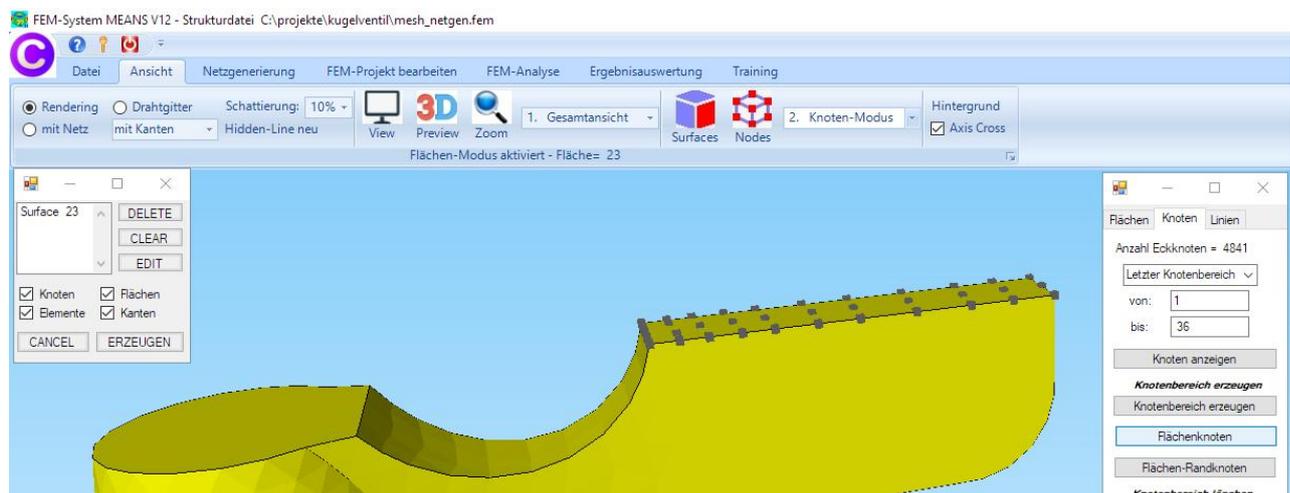
Lasttyp 6: Gravitationsbelastung für alle Elementtypen z.B. Gravitationsbeschleunigung  
von 9.81 m/s<sup>2</sup> sowie Dichte in Materialdaten

## Lastfall 2 mit einer Knotenbelastung erzeugen

Für die Knotenpunktbelastung muß zuerst ein selektierbarer Knotenbereich erzeugt werden. Dazu schalten Sie der Registerkarte „Ansicht“ vom Flächen-Modus in den Knoten-Modus.



Im rechten Menüfeld wählen Sie „Flächenknoten“ und klicken die Fläche 23 an um alle Knotenpunkte dieser Fläche darzustellen.

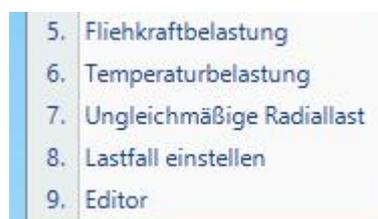


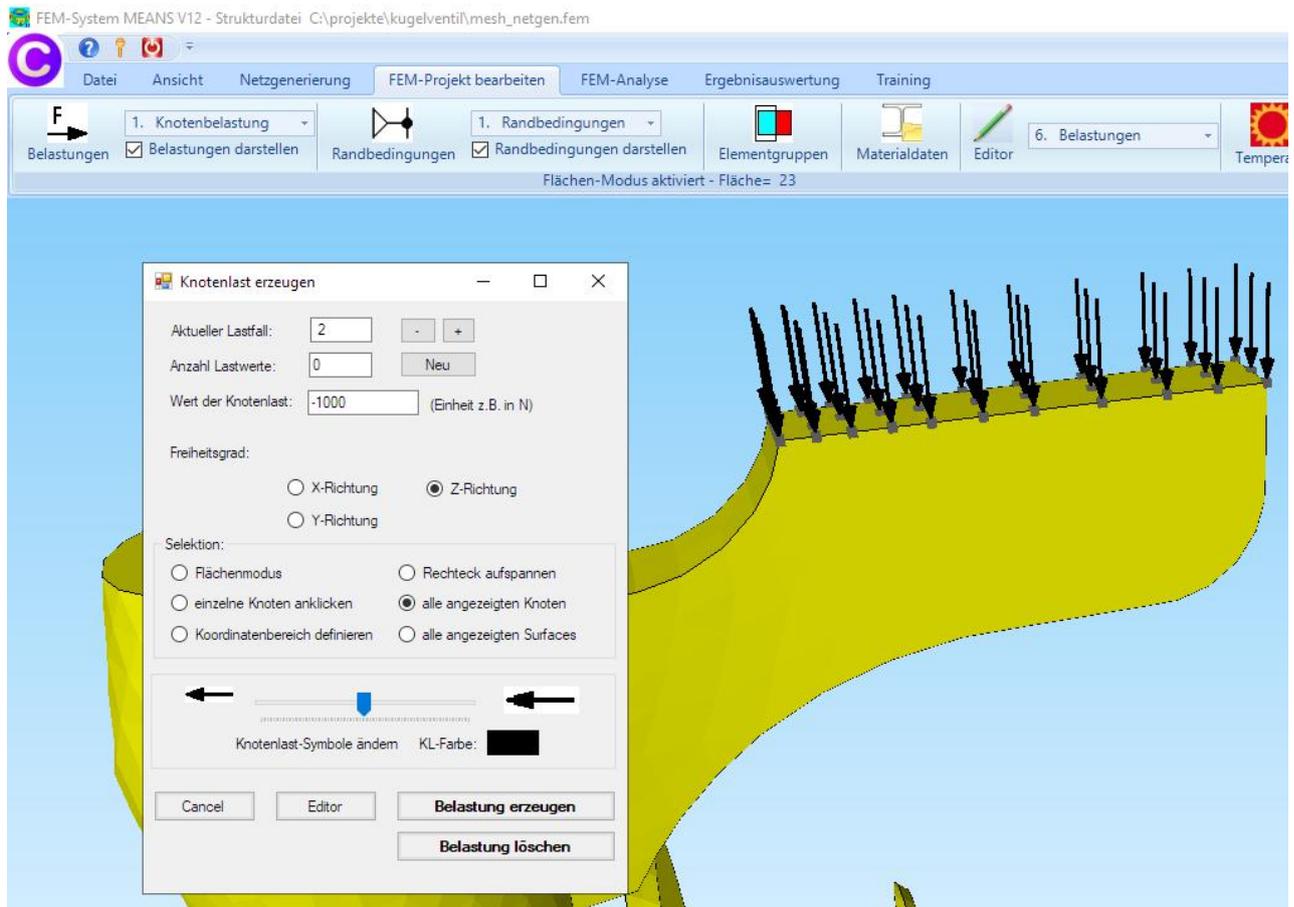
Wählen Sie die Registerkarte „FEM-Projekt bearbeiten“ sowie das Dropdownmenü „Knotenbelastung“ um Lastfall 2 mit einer Knotenlast in Z-Richtung zu erzeugen.

In der nächsten Dialogbox geben Sie Lastfall 2 mit dem Wert -0.5 N ein sowie mit dem Freiheitsgrad „Z-Richtung“ und mit der Selektion „alle angezeigten Knoten“ und wählen „Belastung erzeugen“ um eine Knotenlast mit 36 Knoten zu erzeugen.

### Lastfälle einstellen

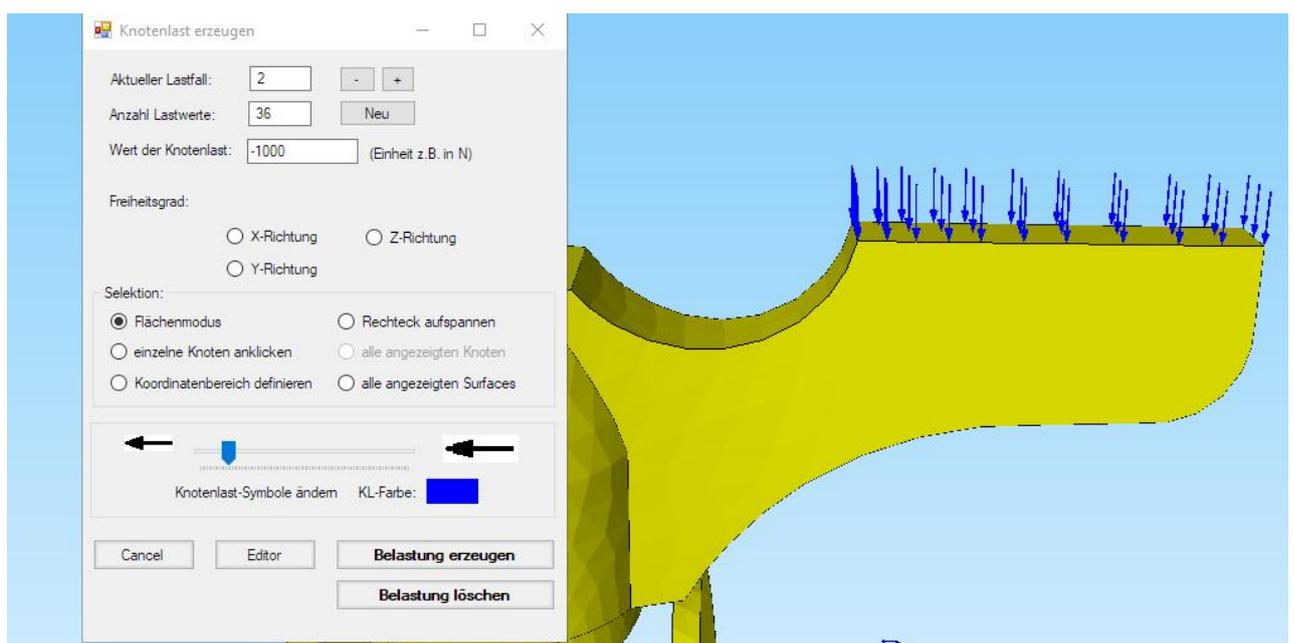
Mit dem Dropdownmenü „8. Lastfall einstellen“ können Lastfall 1 und Lastfall 2 eingestellt werden. Ebenfalls können die Eingaben in einem Editor bearbeitet werden um z.B. die Belastungen zu löschen, kopieren oder mit einem Lastfall-Faktor zu ändern.





### Farbe und Pfeilgröße ändern

Die Farbe der Knotenlast und Flächenlast können verändert werden indem man den Farbkasten anklickt und eine Farbe selektiert, die Pfeilgröße kann verändert werden indem der blaue Zeiger nach links oder rechts verschoben wird.



## Randbedingungen erzeugen

Um das Modell einzuspannen wählen Sie die Registerkarte „FEM-Projekt bearbeiten“ und klicken auf „Randbedingungen“.



Die Randbedingungen werden definiert durch den Knotenpunkt und dem Freiheitsgrad. Eine zusätzliche Wertangabe gibt an, wie groß die Verschiebung oder die Verdrehung dieser Randbedingung ist. Dieser Wert ist fast immer Null bzw. sehr klein, da in der Praxis feste Lagerungen bzw. Einspannungen überwiegen. Eine Ausnahme bilden die Federkonstanten und die elastischen Bettungen.

### Freiheitsgrade:

- FHG = 1 Verformung ist an diesem Knotenpunkt in X-Richtung gesperrt
- FHG = 2 Verformung ist an diesem Knotenpunkt in Y-Richtung gesperrt
- FHG = 3 Verformung ist an diesem Knotenpunkt in Z-Richtung gesperrt

### Folgende Randbedingungen werden in MEANS unterschieden:

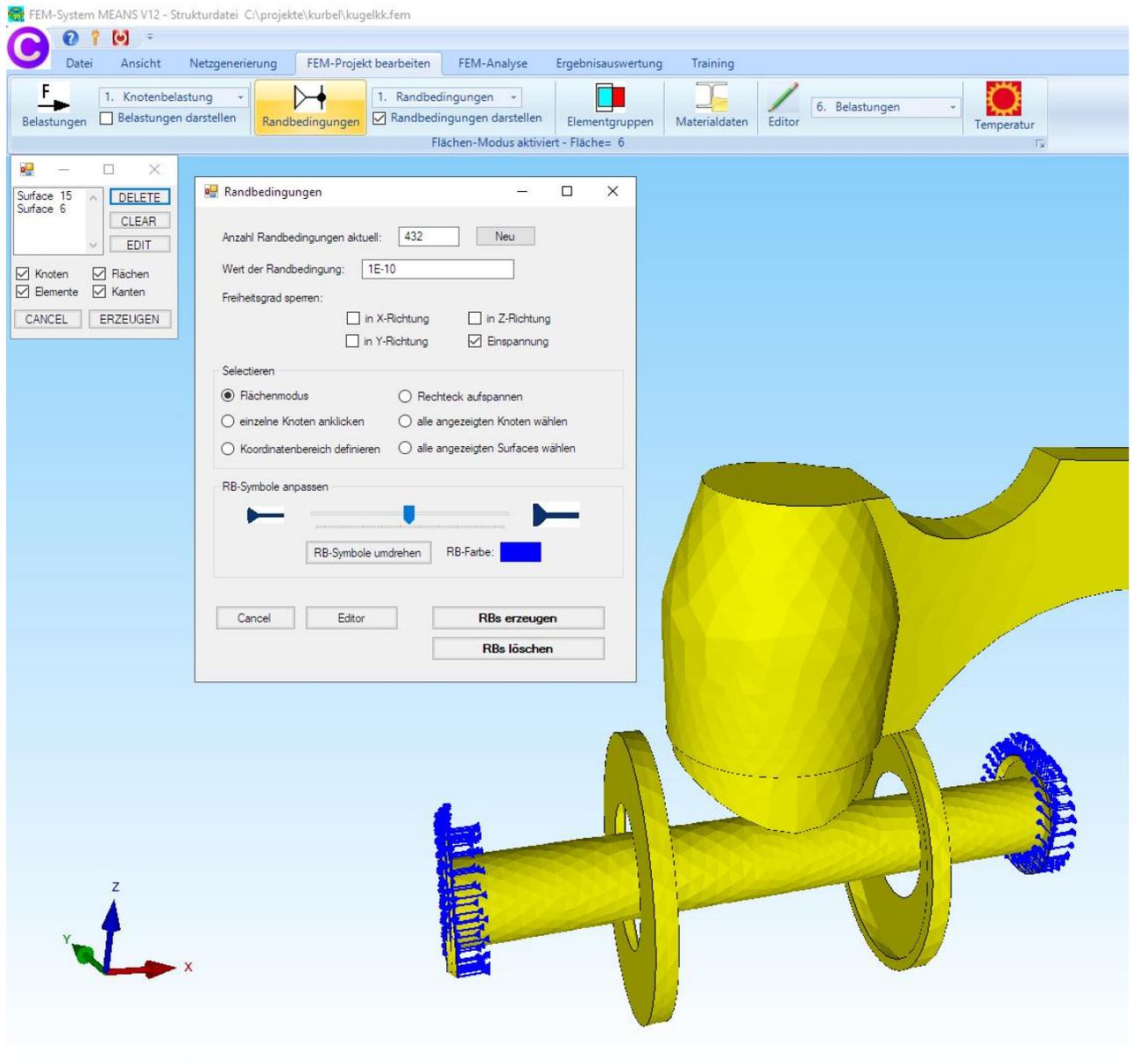
- ⇒ Typ 1: vorgeschriebene Randbedingung mit einem sehr kleinen Wert z.B. 1E-10
- ⇒ Typ 2: gesperrte Randbedingung mit dem exakten Wert Null (für Dynamik)
- ⇒ Typ 3: Federkonstante z.B. Federsteifigkeit von 15000 N/m
- ⇒ Typ 4: elastische Bettung z.B. Bettungszahl von 30000 N/m<sup>3</sup>



Wählen Sie das Icon **Randbedingungen** und wählen in der nächsten Dialogbox „Einspannung“ und die Selektion „Flächenmodus“ und klicken auf den Button „RBs erzeugen“ und klicken mit einem Doppelklick auf die Fläche 19 und 21 und bestätigen in der Selectbox die Eingabe mit „Erzeugen“ um 432 Randbedingungen zu erzeugen.

### Farbe und Größe ändern

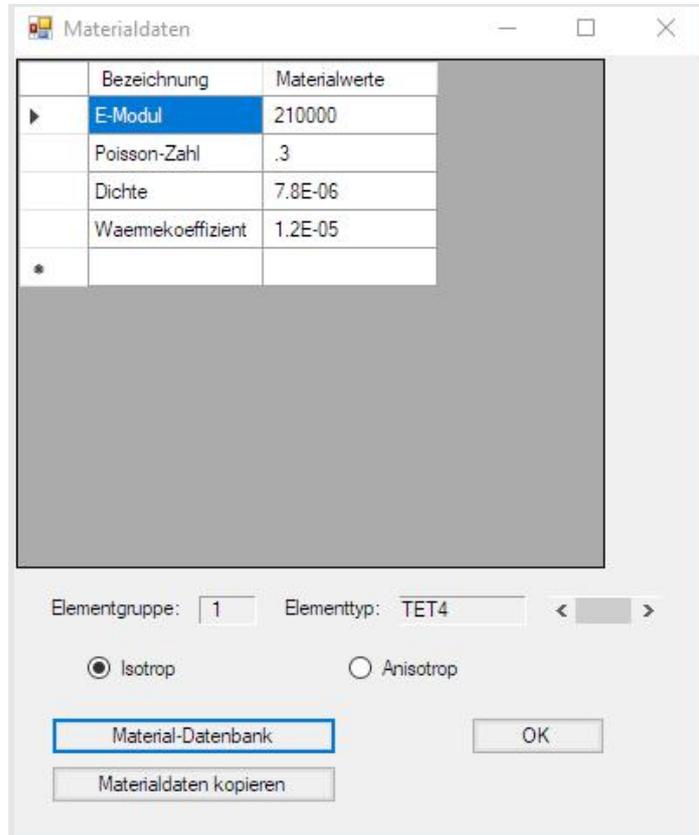
Die Farbe der Randbedingungen können verändert werden indem der Farbkasten angeklickt und eine Farbe selektiert wird, die Größe kann verändert werden indem der blaue Zeiger nach links oder rechts verschoben wird.



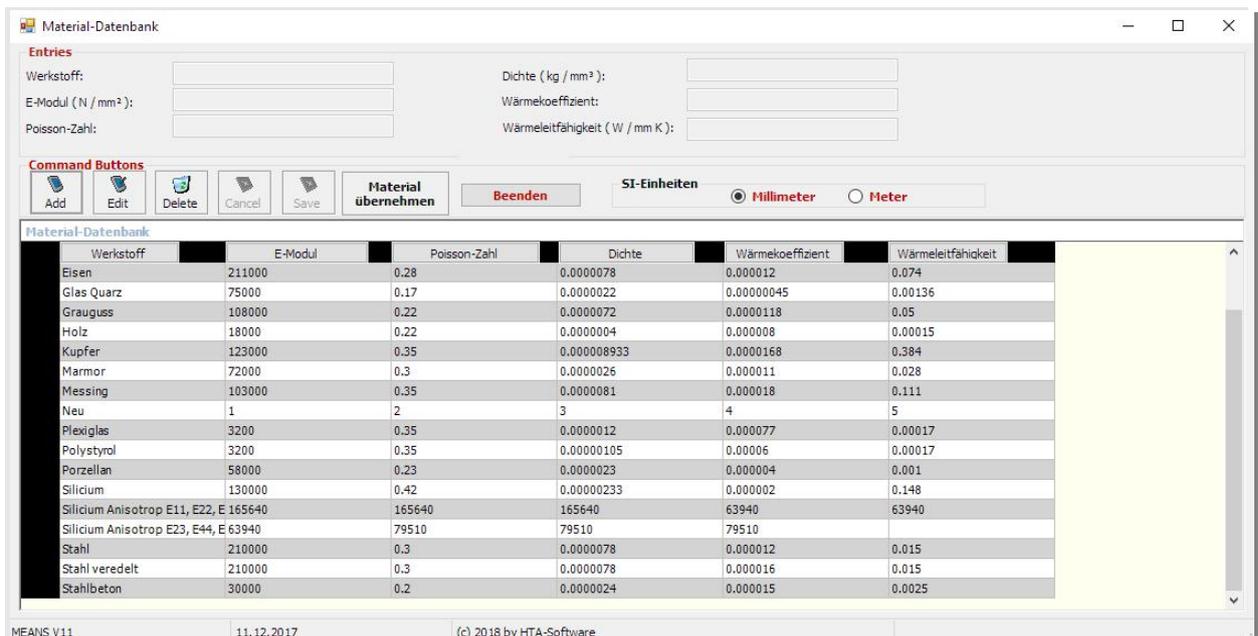
## Materialdaten eingeben



Wählen Sie die Registerkarte „FEM-Projekt bearbeiten“ und das Icon um die Materialdaten wie das Elastizitätsmodul und Poisson-Zahl einzugeben wobei Stahl immer voreingestellt ist.

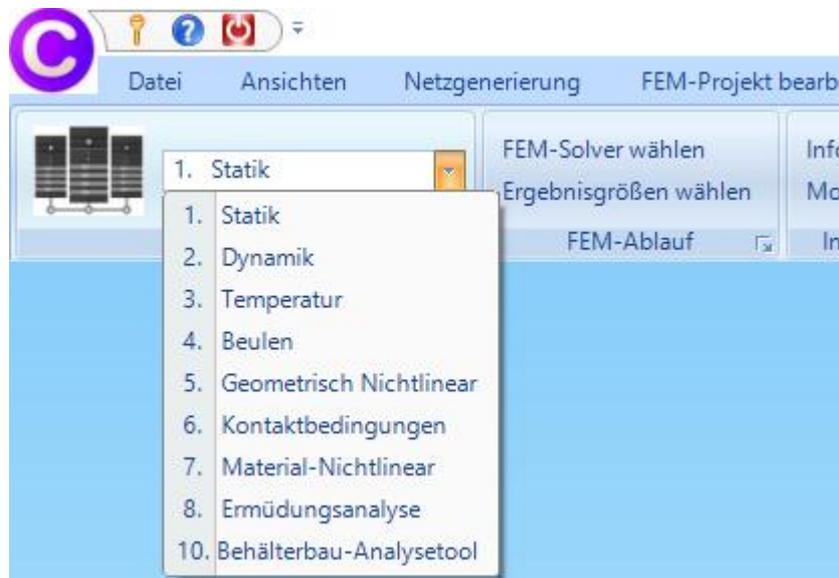


Eine erweiterbare Material-Datenbank rufen Sie mit dem Menü „Material-Datenbank“ auf.

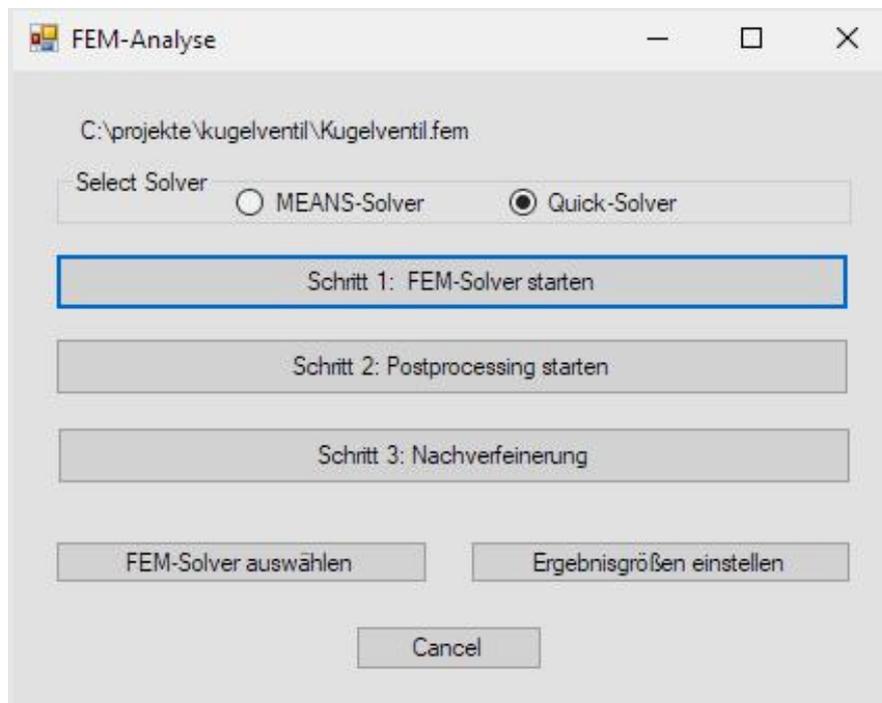


## FEM-Analyse

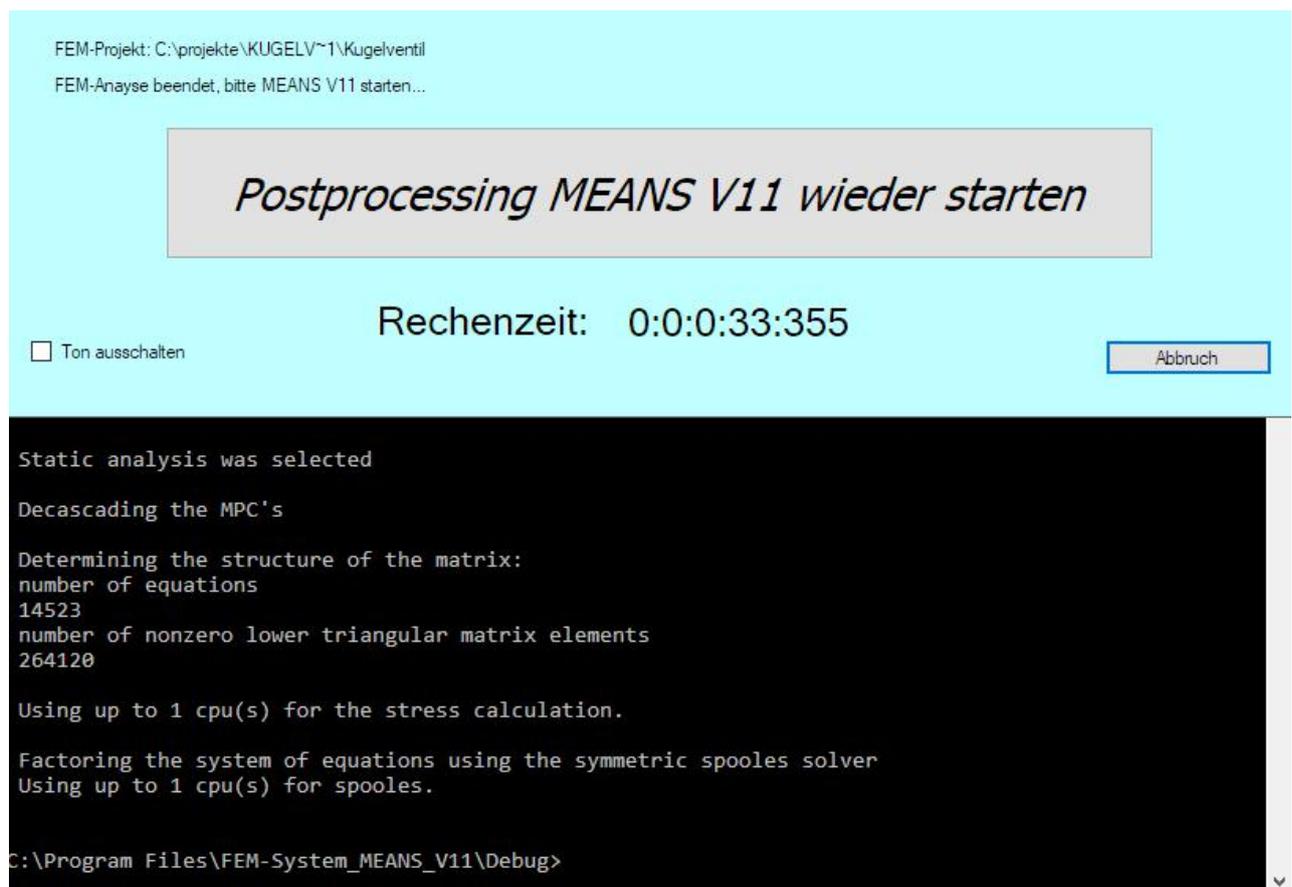
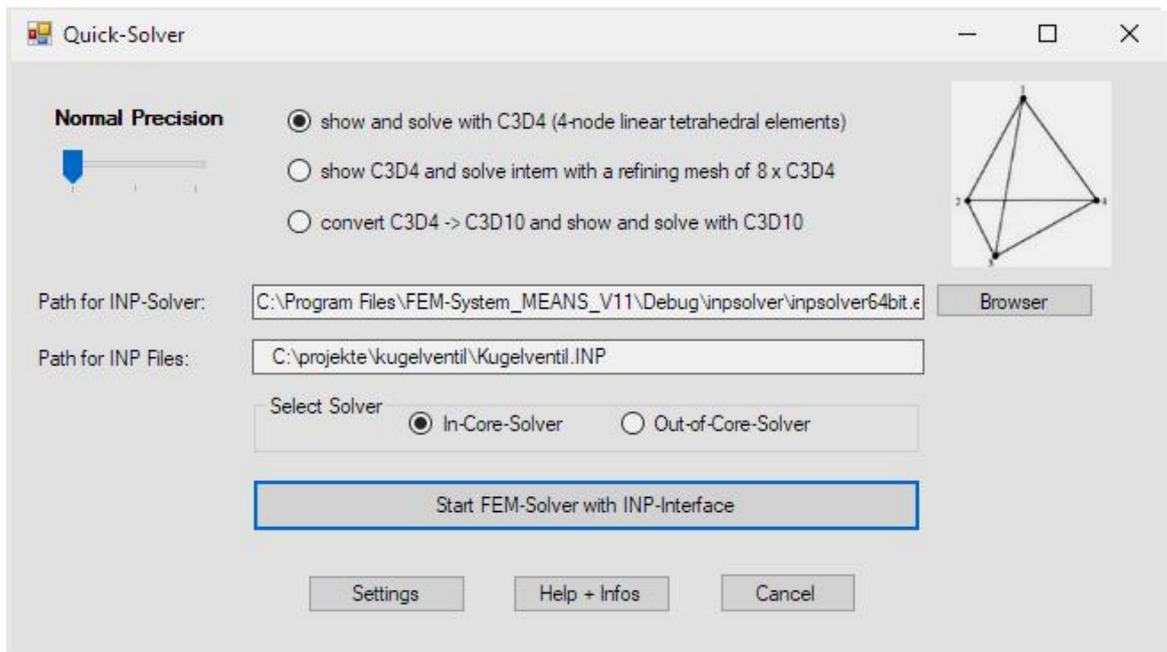
Es folgt eine FEM-Analyse wählen Sie die Registerkarte „FEM-Analyse“. Hier werden die verschiedenen FEM-Solver für Statik, Dynamik, Temperatur, Beulen, Nichtlinear und Formoptimierung gestartet.



Wählen Sie „**1. Statik**“ um entweder den von HTA-Software entwickelten MEANS-Solver



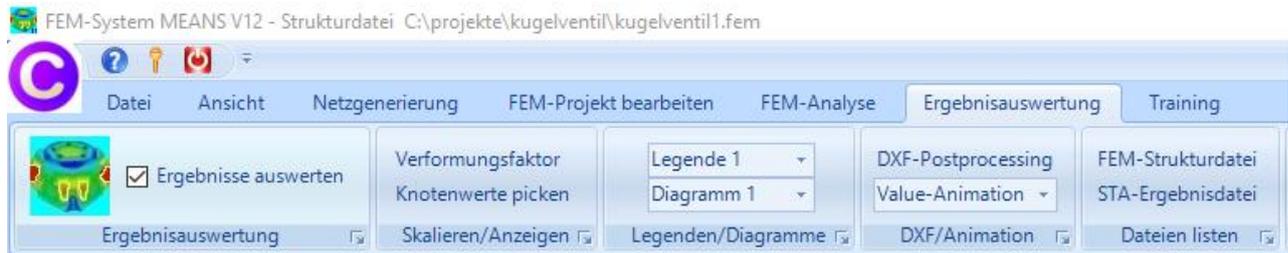
oder den schnelleren „Quick-Solver“ um Verformungen und Spannungen zu berechnen.



Nach der FEM-Analyse ist ein kurzes Ton-Signal zu hören, jetzt ist das Menü „Postprocessing MEANS V12 wieder starten“ wieder aktiv und man kann den Postprocessor für die Ergebnisauswertung starten.

## Ergebnisauswertung

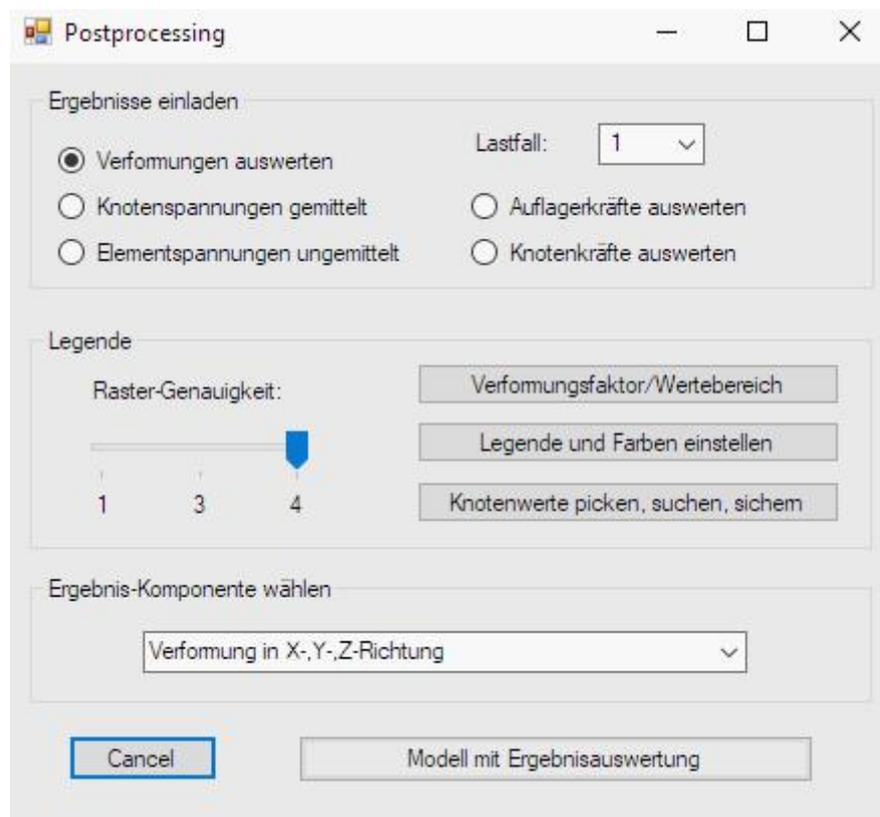
Es wird automatisch der Postprocessor für die Ergebnisauswertung gestartet, wählen Sie die Registerkarte „Ergebnisauswertung“.



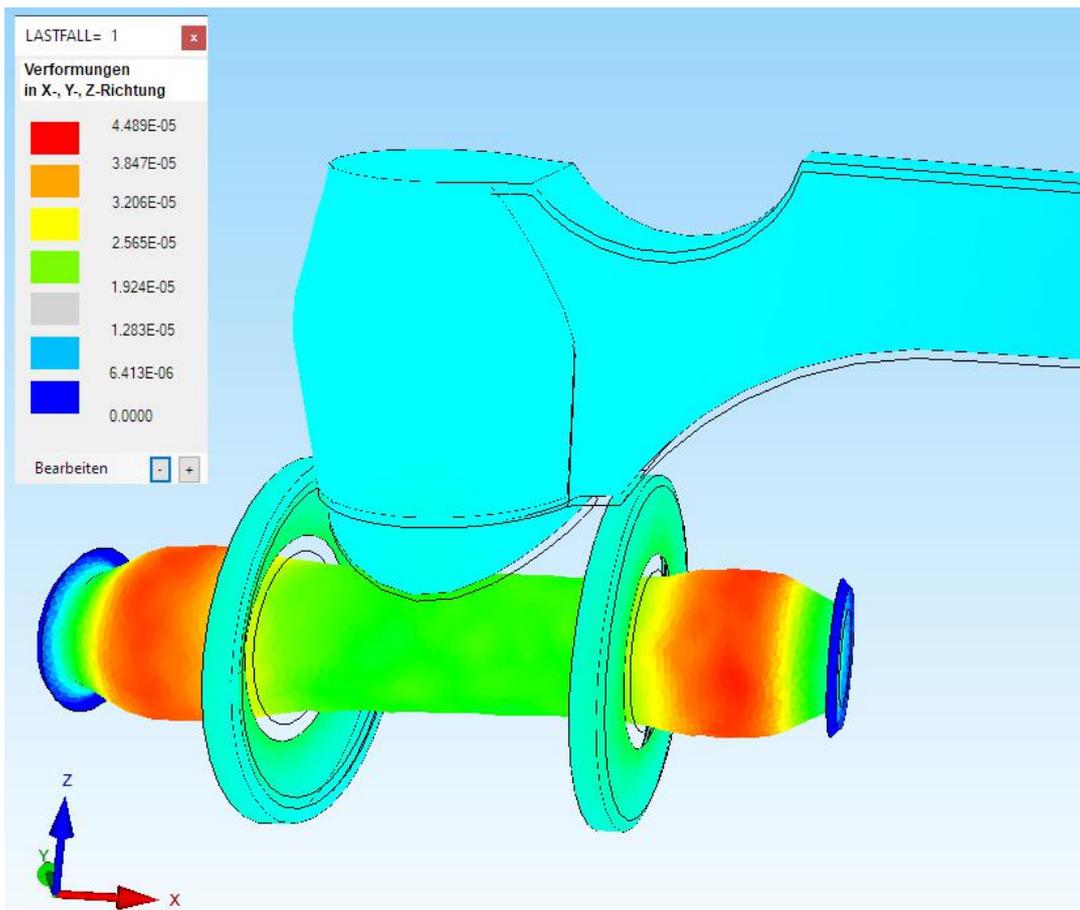
Es stehen folgende Ergebnisgrößen zur Verfügung:

- Verformungen
- Knotenspannung gemittelt
- Elementspannungen ungemittelt
- Knotenkräfte
- Auflagerreaktionen

Für die Flächenauswertung können 3 Rasterstufen gewählt werden, je höher die Rasterstufe desto genauer aber auch zeitaufwendiger wird die Ergebnisdarstellung.



Lastfall 1: Verformungen in X-, Y- und Z-Richtung mit einem Verformungsfaktor 50000



Lastfall 2: v.Mises-Vergleichsspannung mit überlagerter Druck- und Knotenbelastung

